

비인만 대형저서동물의 전 군집 공통 출현종에 관한 공간분포 특성

고 병 설* / 최 옥 인 / 조 영 조 / 송 재 회 /
권 대 현 / 이 창 일 / 이 동 업

Spatial Distribution Patterns of Common Species of Macrobenthos in Biin Bay of the Yellow Sea, Korea

Byoung-Seol KOH* / Ok-In CHOI / Young-Jo JO / Jae-Hee SONG /
Dae-Hyeon KWON / Chang-Il LEE / Dong-Yup LEE

요약 : 본 연구는 비인만의 갯벌과 조하대에 서식하는 대형저서동물의 공간분포가 퇴적물의 특성을 반영하는 지를 알아보기 위해 종 조성을 이용한 군집분석을 실시한 후 각기 다른 군집의 퇴적환경의 특성을 비교했다. 대형저서동물은 먼저 조위에 의해 4개의 군집으로 대별되었으며 그 가운데 3개의 군집은 퇴적환경의 특성에 따라 세부군집으로 나뉘어졌다. 모든 군집에서 공통으로 출현하는 종인 *Nephtys californiensis* Hartman 1938, *Haploscoloplos elongatus* Johnson 1901, *Glycera* sp., *Heteromastus* sp. *Notomastus* sp. *Timarete antarctica* Monro 1930, *Glysinde* sp., *Lumbrineris japonica* Marenzeller 1879 에 대한 서식밀도의 높낮이는 서식지의 퇴적환경이 서로 다르기 때문인 것으로 나타났다. 그러나 공통종 가운데 2종만이 일부 퇴적환경과 통계적으로 유의한 상관성이 있는 것으로 나타났다. 공통종의 시간에 따른 밀도변화는 4계절 조사로는 해석하기 힘들었으며 생활사의 변화를 알아내기 위해서는 좀 더 빈번한 조사가 필요했다.

핵심용어 : 대형저서동물, 군집구조, 공통종, 조위, 퇴적환경

Abstract : This study was conducted to confirm if spatial distribution of macrobenthic fauna were related with sedimentary characteristics. Sedimentary characteristics were compared in each community after carrying of community analysis based upon species composition. Macrobenthic animals were distinguished with 4 communities based on the tidal level, of which 3 communities were divided into two groups on the sediment composition. Common species which were presented in all communities, *Nephtys californiensis* Hartman 1938, *Haploscoloplos elongatus* Johnson 1901, *Glycera* sp., *Heteromastus* sp. *Notomastus* sp. *Timarete antarctica* Mono 1930, *Glysinde* sp., *Lumbrineris japonica* Marenzeller 1879 were having different appearance densities at each community area caused by different sedimentary characteristics. But only two species among the common species have a correlation significantly. Temporal variation of common species could not be recognised because of 4 times of seasonal investigation was not enough know their life cycles. So, in the future more frequently sampling method should be required.

Keywords : Macrobenthos, Community Structure, Sub-communities, Common Species, Tidal level, Sedimentary characteristic

+ Corresponding author : bskoh@momaf.go.kr

* 정회원-국립수산과학원 갯벌연구센터

1. 서 론

우리나라의 갯벌과 주변 조하대에 서식하는 저서동물에 대한 연구는 2000년대에 들어 활발하게 진행되고 있다. 저서동물에 관한 최근의 연구동향으로는 대형저서동물의 종조성과 군집구조를 밝히고 우점종의 공간적 분포 특성과 시간적 밀도 변화를 파악한 후 대형저서동물의 서식환경과의 연관성을 밝히는 방향으로 주로 이루어지고 있다(서 등, 2007; Yoo et al., 2007; 백 등, 2007; 유 등, 2006; 최 등, 2005; 이 등, 2005; 유 등, 2004; 이 등, 2004; 서와 홍, 2004; 최 등, 2003; 홍 등, 2002). 아울러 저서동물의 종조성 자료를 이용한 저서환경을 평가하는 연구도 진행되고 있다(정 등, 2007; 임 등, 2007; 유 등, 2006; 백 등, 2005; 임 등, 2005; 이 등, 2004; 최 등, 2003; 김 등, 2002; 임 등, 2001; 이 등, 2000).

갯벌과 주변 조하대를 대상으로 한 저서동물의 분포는 조위, 수심, 해수의 유출입과 같은 수리학적 영향(백 등, 2007; 서 등, 2007; 이 등, 2003; 최 등, 2002; 서 등, 2001; 윤 등, 2000)과 표층 퇴적물의 입도 및 이화학적 특성의 영향(백 등, 2007; 안 등, 2006; 유 등, 2006; 유 등, 2004; 서와 홍, 2004; 이 등, 2003) 및 포식과 같은 생물학적 상호작용(김 등, 2006)에 영향을 받아 대형저서동물의 군집이 형성된다고 알려져 있다. 이와 같은 최근의 저서동물의 조사는 조사해역에 서식하는 우점종에 대한 분포특성과 변화양상에 대한 고찰이 주를 이루고 있다(유 등, 2004; 홍 등, 2004; 유 등, 2003; 윤 등, 2001; 제 등, 2000). 저서동물의 우점종은 공간에 따른 서식특성을 알 수 있고, 시간에 따른 밀도변화를 해석하기에 좋은 재료로 활용되고 있다. 그러나 우점종 가운데에는 조사해역의 일부 지역에서만 일시적으로 높은 밀도로 출현하는 경우 서식범위가 매우 국한되어 있어 저서동물의 서식환경과의 연관성을 찾기 어려울 때도 있다.

본 연구는 주변 해양환경이 대규모 개발사업과

같은 인위적인 영향이 적고, 해안선이 비교적 단순하고 외해역으로 열려있는 개방형 갯벌 및 주변 조하대를 대상으로 대형저서동물의 계절별 서식밀도를 조사했다. 우점종 가운데 전 군집에서 공통적으로 출현하는 즉, 공간적인 서식범위가 매우 넓은 종을 선별하여 서식지 특성을 군집의 퇴적 및 이화학적 환경과 비교해 보았고, 해당 종들의 공간분포의 특성을 알아내어 향후 개체군 연구 또는 서식밀도의 시간변화를 연구하기 위한 귀중한 기초 자료로 제공하고자 한다.

1.1 재료 및 방법

1.1.1 연구지역의 개황

조사지역은 충남 서천군 비인면에 위치한 비인만 갯벌 및 조하대 해역이다. 조사지역의 일부는 60~70년대 깨끗한 해변이 있는 해수욕장이었으나 최근에는 갯벌체험장으로 더 잘 알려져 있는 곳이다. 인근 대도시나 산업단지가 없고 대규모 개발사업이 없어 인위적 영향이 비교적 적은 곳이다. 비인만 갯벌은 섬과 같은 장벽이 없고, 내륙 쪽으로 심하게 만입(灣入)되지 않아 해안선이 직선에 가까운 모양으로 단순하고 서해를 바라보는 거의 개방된 형태의 갯벌이다(Figure 1).

1.1.2 대형저서동물의 채집 및 분석

비인만 갯벌 주변 생태계의 대형저서동물의 종조성과 군집을 계절별로 파악하기 위하여 2005년 2월, 5월, 8월, 12월에 정량 채집했다. 조사정점은 총 13개를 선정(갯벌 8개 정점, 조하대 5개 정점)하여 갯벌 정점의 경우 시추형 채니기 Cancorer(면적 : 0.025m², 높이 : 30cm)를 이용하여 각 정점에서 퇴적물을 4회씩 정량 채집하고 조하대 정점의 경우 van Veen grab(0.1m²)을 이용하여 각 정점에서 3회씩 채집했다. 채집된 퇴적물은 망목 1mm의 체(sieve)로 거른 후 그 잔존물을 실험실로 운반하여 동물 문(Phylum)별로 선별(Sorting)한 후 전자저울을 사용하여 0.01g까지 습중량을 계량하고, 실체현미경(Stereomicro-

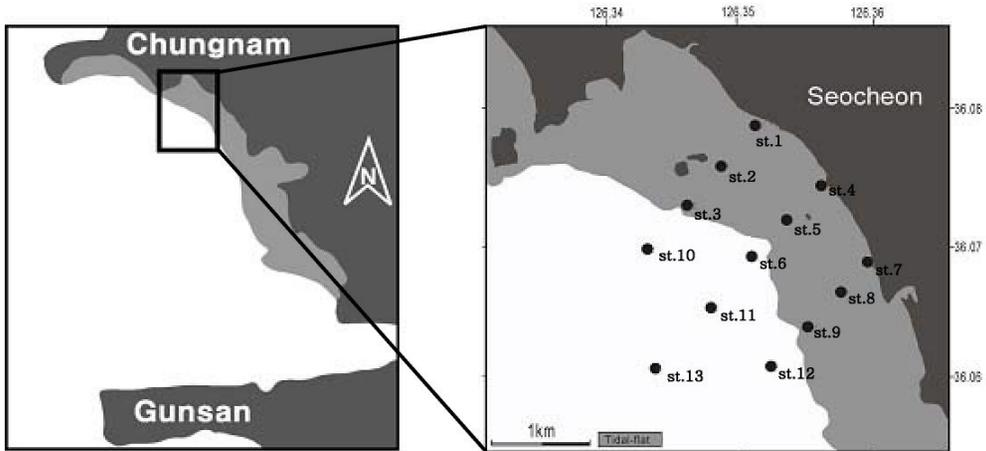


Figure 1. Map showing the sampling area and sampling stations for macrobenthos and surface sediments, in Biin Bay, Seocheon, 2005

scope)으로 가능한 중 수준까지 동정(Identification)하여 개체수를 계수하여 1m²에 서식하는 개체수 밀도로 환산했다. 정점별 종조성에 따른 시-공간적 유사도를 측정하기 위해서 Bray-Curtis (Beals, 1984) 방법에 따라 유사도지수를 구한 뒤 이를 근거로 한 집괴분석(Clustering Analysis)을 실시했다. 우점종(Dominant Species)은 Le Bris Index(LeBris, 1988) 방법에 따라 전 정점 우점종 및 군집별 우점종을 도출했으며, 전 군집에서 공통으로 출현한 종(Common Species)과 각각의 군집에서만 출현한 특성종(Characteristic Species)을 도출했다.

1.1.3 퇴적물의 이화학적 특성 조사

퇴적물의 이화학적 특성조사는 2005년 5월에 실시되었다. 각 정점에서 표층 퇴적물을 500ml 시료 병에 채집하여 실험실로 운반 후 퇴적물의 평균입도, COD, AVS, 강열감량을 해양환경공정 시험방법(해양수산부, 2002)에 따라 측정했다.

2. 본 론

2.1 비인만 서식 대형저서동물의 종조성

2005년 비인만에 갯벌 및 주변 조하대에서 총

74종의 대형저서동물이 548 inds/m²의 평균 개체수 밀도와 201.47 g/m²의 평균 습중생물량으로 출현했다. 동물분류문별 종조성을 살펴보면 다모류가 33종, 298 inds/m²으로 가장 많은 종수와 개체수 밀도로 출현했으며, 습중생물량이 가장 높게 나타난 대형저서동물은 연체동물로서 141.41 g/m²로 출현했다. 갯벌 조사 정점과 조하대 조사 정점에서 출현한 종 조성을 비교해 보면 갯벌에는 총 61 종 900 inds/m², 조하대에서는 총 56 종 1,346 inds/m²으로 출현했다. 갯벌에는 다모류가 282 inds/m²로 출현했으며 조하대에서는 323 inds/m²의 서식밀도로 출현하여 개체수 밀도가 가장 높은 동물문이었다. 다모류 다음으로 개체수 밀도가 높은 동물문은 갯벌에서는 갑각류(91 inds/m²), 조하대에서는 연체동물(181 inds/m²)이었다. 즉, 갯벌의 경우 우점종 순위가 갯지렁이, 갑각류, 연체동물이었고, 조하대에서는 갯지렁이, 연체류, 갑각류 순이었다.

2.2 군집구조

총 13개 조사정점은 집괴분석 결과 총 4개 정점군(군집 I-IV)으로 대별되었다. 4개의 정점군은 해안선과 비교적 평행을 이루며 해안선에서 조하대 방향으로 서식지의 특성이 나뉘어지는 경향을

보였다. I 군집은 조사해역의 중양정선의 상부 조간대 정점인 St. 4였다. II 군집은 St. 1, 2, 7로 이루어져 있으며, St. 4를 제외한 상부 조간대와 일부 중부 조간대에 위치한 정점군이었다. III 군집은 St. 3, 5, 6, 8로 이루어져 하부 조간대 및 수심이 낮은 조하대에 위치한 정점군이었으며, IV 군집은 St. 9, 10, 11, 12, 13으로 구성된 조하대 정점군이었다. 이와 같이 대별된 4개의 군집 가운데 군집 II, III, IV는 각각 2개의 하부 군집으로 구별되었는데 조사해역의 북서쪽 해역과 남동쪽 해역으로 다시 나뉘어 졌다(Figure 2).

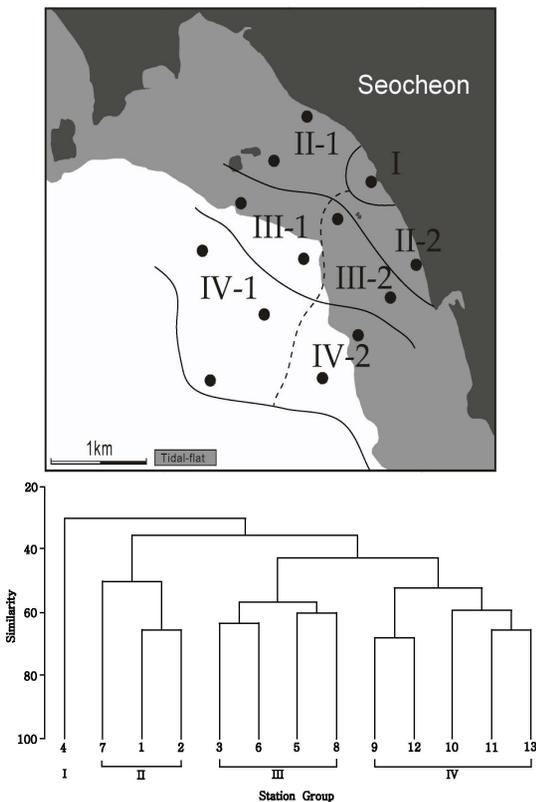


Figure 2. The map of community groups (the upper) based on the dendrogram (the lower) resulted by Bray-Curtis similarity of macrobenthos distribution in Biin Bay, Seocheon, 2005

2.3 군집별 우점종, 공통종, 특징종

조사 기간동안 전체 우점종, 각 군집별 우점종,

특성종, 그리고 4개 군집에서 공통으로 출현한 공통종을 Table 1에 나타내었다. 우점종은 누적 상위 80%수준까지 총 18종의 우점종이 도출되었다. 비인만에서 출현한 대형저서동물 가운데 가장 많은 개체수 밀도로 출현한 종은 크기가 매우 작은 갑각류의 엽낭게 *Scopimera globosa* 와 다모류의 양손갯지렁이인 *Magelona japonica* 등 이었다. 군집별 우점종은 최 우점종이 군집마다 모두 다른 종으로 나타나 군집별로 생물상이 공간적으로 매우 상이하게 나타났다. 반면 군집별 해당 정점군에서만 출현하는 특성종들은 공간적 서식범위가 매우 좁고 서식밀도가 낮아 우점종과 일치하지 않지만 군집의 특성을 대변해 주는 종들이었다. 본 연구에서 다루게 될 전 군집에서 공통으로 출현한 종들은 모두 9종으로 산출되었다. 공통종은 전 정점에서 산출된 우점종과는 달리 갑각류인 엽낭게 *Scopimera globosa*를 제외하고는 8종 모두가 다모류였으며 이 가운데 버들갯지렁이류의 *Notomastus* sp.는 전 정점에서 도출된 우점종 목록과 군집별 우점종에서는 누락되어 있는 종이 포함되어 있다. 따라서 본 연구는 누적출현빈도 80% 이내의 우점종에 포함되어 있는 8종과 우점종은 아니지만 전 정점군에서 공통으로 출현한 *Notomastus* sp.를 대상으로 공간분포 특성을 알아보고 퇴적물의 환경요인과의 연관성에 대하여 고찰해 보았다.

2.3 군집별 퇴적물의 퇴적학 및 화학적 특성

2.3.1 표층퇴적물의 입도

조사지역의 전반적인 퇴적상은 니사질(muddy sand)로 밝혀졌다. 4개 군집의 사질(Sand)함량은 80% 내외로 거의 유사한 반면 실트질(Silt)과 점토질(Clay) 함량을 합한 니질(Mud)의 평균 함량은 군집 I에서 16.4%, 군집 II에서 15.6%(±13.7), 군집 III에서 20.9%(±12.8)로 군집 I에서 III 쪽으로 갈수록 니질의 함량이 증가하다가 조하대 정점군인 군집 IV에서 17.4%(±9.4)로 약간 감소하는 경향을 보였다. 평균입도는 군집 I과 II의 경우 3φ

Table 1. The list of dominant species (80% of cumulative percent level), dominant species & characteristic species at each community, common species in Biin Bay, 2005 (Mol: Mollusca, Biv: Bivalvia, Gas: Gastropoda, Pol: Polychaeta, Cru: Crustacea).

	Dominant sp.	Dominant sp. at each community	Characteristic sp. at each community	Common sp.
I	<i>Scopimera globosa</i> (Cru) <i>Magelona japonica</i> (Pol) <i>Gomphina melanaegis</i> (Biv) <i>Heteromastus</i> sp.(Pol)	Amphipoda unid.(Cru) <i>Scopimera globosa</i> (Cru) <i>Umbonium thomasi</i> (Gas) <i>Nephtys californiensis</i> (Pol) <i>Mactra veneriformis</i> (Biv)	Absent	
	<i>Nitidotellina nitidula</i> (Biv) Amphipoda unid.(Cru)	<i>Nephtys californiensis</i> (Pol)		
II	<i>Tylorhynchus heterochaetus</i> (Pol) <i>Nephtys californiensis</i> (Pol) <i>Aricidea</i> sp.(Pol)	Amphipoda unid.(Cru) <i>Glycera</i> sp.(Pol) <i>Scopimera globosa</i> (Cru) <i>Tylorhynchus heterochaetus</i> (Pol)	<i>Crassostrea</i> sp.(Biv) <i>Musculus senhausia</i> (Biv) <i>Ocypode stimpsoni</i> (Cru)	<i>Scopimera globosa</i> (Cru) <i>Heteromastus</i> sp.(Pol) <i>Nephtys californiensis</i> (Pol) <i>Haploscoloplos elongatus</i> (Pol) <i>Glycinde</i> sp.(Pol)
	<i>Sternaspis scutata</i> (Pol) <i>Haploscoloplos elongatus</i> (Pol)	<i>Haploscoloplos elongatus</i> (Pol)		
III	<i>Echinocardium cordatum</i> (Ech) <i>Glycinde</i> sp.(Pol) <i>Timarete antarctica</i> (Pol)	<i>Heteromastus</i> sp.(Pol) <i>Glycinde</i> sp.(Pol) <i>Magelona japonica</i> (Pol) <i>Nephtys californiensis</i> (Pol)	<i>Charybdis japonica</i> (Cru) <i>Cyclina sinensis</i> (Biv) <i>Dosinorbis japonicus</i> (Biv) <i>Gomphina melanaegis</i> (Biv) <i>Solen strictus</i> (Biv)	<i>Timarete antarctica</i> (Pol) <i>Glycera</i> sp.(Pol) <i>Lumbrineris japonica</i> (Pol) <i>Notomastus</i> sp.(Pol)
	<i>Mactra veneriformis</i> (Biv) <i>Glycera</i> sp.(Pol) <i>Lumbrineris japonica</i> (Pol)	<i>Nitidotellina nitidula</i> (Biv) <i>Haploscoloplos elongatus</i> (Pol) <i>Magelona japonica</i> (Pol) <i>Sternaspis scutata</i> (Pol) <i>Glycinde</i> sp.(Pol)	<i>Lacydonia</i> sp.(Pol) <i>Myriochele</i> sp.(Pol) <i>Neptunea arthritica cumingii</i> (Gas) <i>Neverita didyma</i> (Gas) Pleurobrachidae unid.(Mol) <i>Sbellaria ishikawai</i> (Pol)	
IV	<i>Mediomastus</i> sp.(Pol)			

내외이고 군집 III과 IV는 4 \emptyset 내외로 I, II 군집보다 III, IV 군집의 입도가 더 세립한 환경을 보여 주었다. 3개 군집(II, III, IV)의 하부군집은 Sand 함량의 경우 북서측 정점군(II-1, III-1, IV-1)이 남동측 정점군(II-2, III-2, IV-2)보다 상대적으로 높았으며 니질의 함량은 Sand 함량과는 반대로 남동측이 북서측보다 상대적으로 높았다. 그 결과 평균입도는 북서측의 정점군(II-1, III-1, IV-1)이 남동측의 정점군(II-2, III-2, IV-2)보다 4 \emptyset 이하로 상대적으로 조립한 특성을 보였다(Figure 3).

2.3.2 COD

조사지역의 전반적인 COD함량은 평균 1.79mg/kg-dry(± 1.12 , 0.31~5.68)였다. 군집 I의 COD함량은 1.11mg/kg-dry(± 0.57), 군집 II는 1.93mg/kg-dry(± 1.69), 군집 III은 1.80mg/kg-dry(± 0.98),

군집 IV는 1.84mg/kg-dry(± 0.99)로 군집 II, III, IV는 서로 비슷한 함량을 보이며, 군집 I 보다는 약 2배정도 높은 COD 값을 보였다. 군집 II, IV의 각 하부군집의 COD함량은 북서측 정점군인 II-1, III-1, IV-1보다 남동측 정점군인 II-2, III-2, IV-2가 상대적으로 높은 값을 보였다(Figure 4).

2.3.3 AVS

조사지역의 전반적인 AVS의 평균 함량은 0.011mg S/g-dry(± 0.025 , 0~0.098)로 나타났다. 군집 I의 AVS함량은 0mg S/g-dry이며, 군집 II는 0.003mg/g-dry(± 0.005), 군집 III은 0.008mg/g-dry(± 0.023), 군집 IV는 0.021mg/g-dry(± 0.037)로 군집 IV로 진행되어 가면서 점차 높아지는 특성을 보였다. 군집 II, III, IV의 각 하부군집의 평균

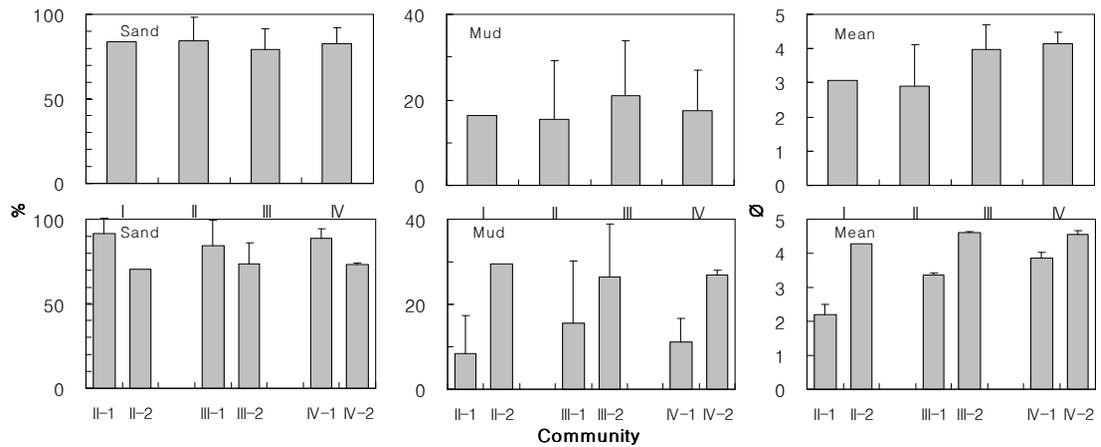


Figure 3. Sedimentary composition (%) and mean phi at each communities in Biin Bay, in May 2005

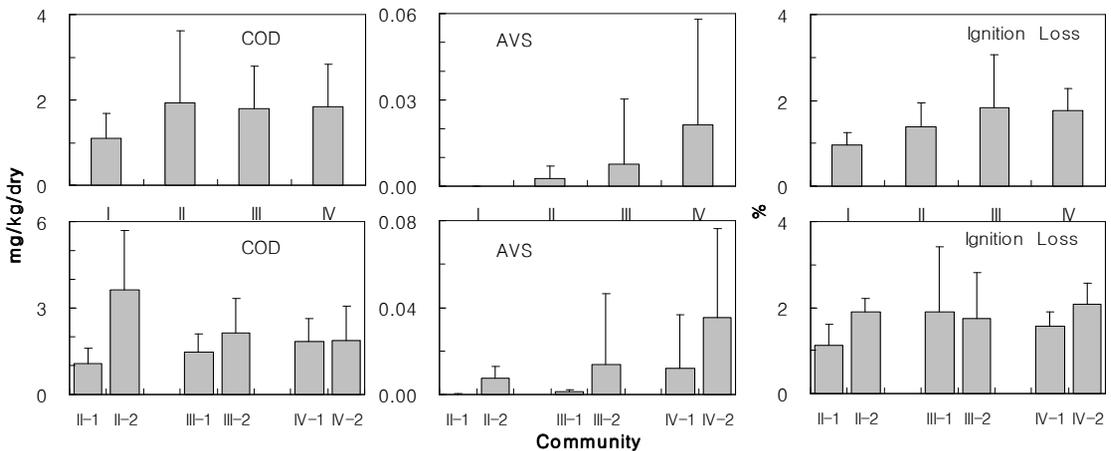


Figure 4. Chemical composition in the sediment at each communities in Biin Bay, in May 2005

AVS함량은 북서측 정점군인 II-1, III-1, IV-1이 남동측 정점군인 II-2, III-2, IV-2보다 낮은 특성을 보였다(Figure 4).

2.2.4. 강열감량

조사지역의 평균 강열감량은 1.6%(±0.8, 0.7~4.9)였다. 군집 I의 강열감량은 1%(±0.3)였으며, 군집 II는 1.4%(±0.6), III는 1.8%(±1.2)%, IV는 1.8(±0.5)%로 군집 I에서 III까지 점차 많아지다가 군집 IV에서는 군집 III과 유사한 함량을 보였다. 군집 II, IV의 각 하부군집 강열감량함량은 북

서측에 해당되는 II-1과 IV-1이 남동측보다 낮았고, 군집 III의 하부군집의 경우는 유사한 값을 보였다(Figure 4).

2.4. 퇴적물 특성간의 상관관계

Clay 함량이 군집 I에서 IV로 가면서 점차 증가하며 동시에 COD, AVS, 강열감량도 증가하는 경향을 보였다. 군집 II, III, IV의 각 하부군집 Clay 함량은 북서측 하부군집(II-1, III-1, IV-1)이 남동측 하부군집(II-2, III-2, IV-2)보다 상대적으로 높았으며, 또한 COD, AVS, 강열감량에서

Table 2. Non-parametric correlation of the sedimentary characters in Biin Bay, in May 2005
 (*coefficient level : 0.05, **coefficient level : 0.01)

	Sand(%)	Silt(%)	Clay(%)
COD(%)	-0.604*	0.429	0.582*
AVS(%)	-0.469	0.147	0.571*
강열감량(%)	-0.813**	0.478	0.813**

도 대체적으로 입도와 유사한 경향을 보였다. 종합해 보면 입도가 세립해질수록 COD, AVS, 강열감량의 함량이 점차 높아지는 퇴적환경을 보였다. 이러한 관계는 하부군집에서도 나타나 상대적으로 Clay 함량이 적은 북측 군집은 COD, AVS, 강열감량함량도 대체적으로 적게 나타났다(Figure 3, 4).

2.5 전 군집 공통 출현종의 공간분포 특성

2.5.1 *Glycinde* sp., *Lumbrineris japonica*

다모류의 *Glycinde* sp.와 *Lumbrineris japonica*는 서식 밀도가 군집 I, II, III, IV로 갈수록 증가하는 경향을 보여주는 공통종이다. 그러나 하부군집에서의 서식밀도는 분포양상이 차이를 보여 *Glycinde* sp.가 북서측 정점군에서 상대적으로 낮은 반면 *Lumbrineris japonica*는 상대적으로 높게 나타나는 경향을 보였다(Figure 5-A, 5-B). 즉 두 공통종 모두 조위에 따른 조간대 상부, 중하부, 조하대로 갈수록 서식밀도가 증가하지만 *Glycinde* sp.는 니질, COD, AVS의 함량이 높은 지역에 상대적으로 높은 서식밀도를 보이고 *Lumbrineris japonica*는 모래질이 상대적으로 많고 COD, AVS의 함량이 비교적 낮은 지역에 서식밀도가 높게 나타나는 공간분포 특성을 보였다.

2.5.2 *Notomastus* sp.

다모류 *Notomastus* sp.는 조간대 상부, 조간대 중하부로 갈수록 서식밀도가 감소하는 특성을 보이다가 조하대 군집에서는 전혀 출현하지 않는 공간분포 특성을 보였다. 북서측 정점군과 남동측

정점군으로 세별되는 하부군집에서는 군집 II, III에서 모두 북서측 정점군에서의 서식밀도가 남동측 저점군에 비해 높게 나타나 같은 조위선에서 입도가 조립하고 COD와 AVS가 상대적으로 낮게 나타나는 지역에 서식하는 것으로 나타났다(Figure 5-C).

2.5.3 *Glycera* sp., *Heteromastus* sp., *Nephtys californiensis*

공통종 가운데 다모류의 3종인 *Glycera* sp., *Heteromastus* sp., *Nephtys californiensis*는 조간대(군집 II, III)에서 높은 출현밀도를 보이다가 조하대 정점군(군집 IV)에서는 그 서식밀도가 급격히 감소하는 종들로 분류되었다. 뿐만 아니라 조간대 상부 정점군의 군집 II와 조간대 중하부 정점군의 군집 III에서는 서식밀도의 분포가 하부군집에서 서로 다른 분포양상을 보였다(Figure 5-D, 5-E, 5-F). 즉, 군집 II와 III에서 유기물 함량이 상대적으로 낮은 지역(군집 II-1, 군집 III-2)이 유기물 함량이 상대적으로 높은 지역(군집 II-2, III-1)에 비해 서식 밀도가 상대적으로 높게 나타나는 특성을 보이는 종들이었다.

2.5.4 *Scopimera globosa*, *Timarete amtarctica*

우점종 1위인 갑각류의 엽낭게 *Scopimera globosa*와 다모류의 *Timarete amtarctica*는 전 정점군에서 공통으로 출현한 종이지만 두 종 모두 조간대와 조하대가 만나는 군집 III에서 빈약한 서식밀도를 보이는 종으로 분류되었다(Figure 5-G, H). 조위와 퇴적물의 특성 경향과는 무관한 분포 특성을 보이는 이 두 종류의 공통종은 군집별 계

절변화에 따른 서식밀도의 변화 또한 그 경향성을 찾을 수 없는 공통종으로 분류되었다.

2.5.5 *Haploscoloplos elongatus*

다모류 *Haploscoloplos elongatus*는 조위에 따라 점차 서식밀도가 증가하다가 조하대 정점군 군집 IV에서 높은 서식밀도를 보이는 종으로 분류되었다(Figure 5-I). 뿐만 아니라 입도와 퇴적물의 특성으로 세별된 하부군집에서는 북서측 정점군(II-1, III-1, IV-1)에서 상대적으로 높은 서식

밀도를 나타내어 수심이 증가할수록, 그리고 모래질이 증가하고 COD와 AVS가 감소할수록 서식밀도가 높은 분포특성을 보였다(Figure 5-I).

2.6 공통종의 공간분포와 퇴적물의 특성과의 연관성

9종의 공통종 중에서 퇴적물 특성과 유의한 상관관계를 보인 공통종은 *Glycinde* sp., *Heteromastus* sp., *Haploscoloplos elongatus*로 나타났다(Table 3). *Glycinde* sp.는 퇴적물 특

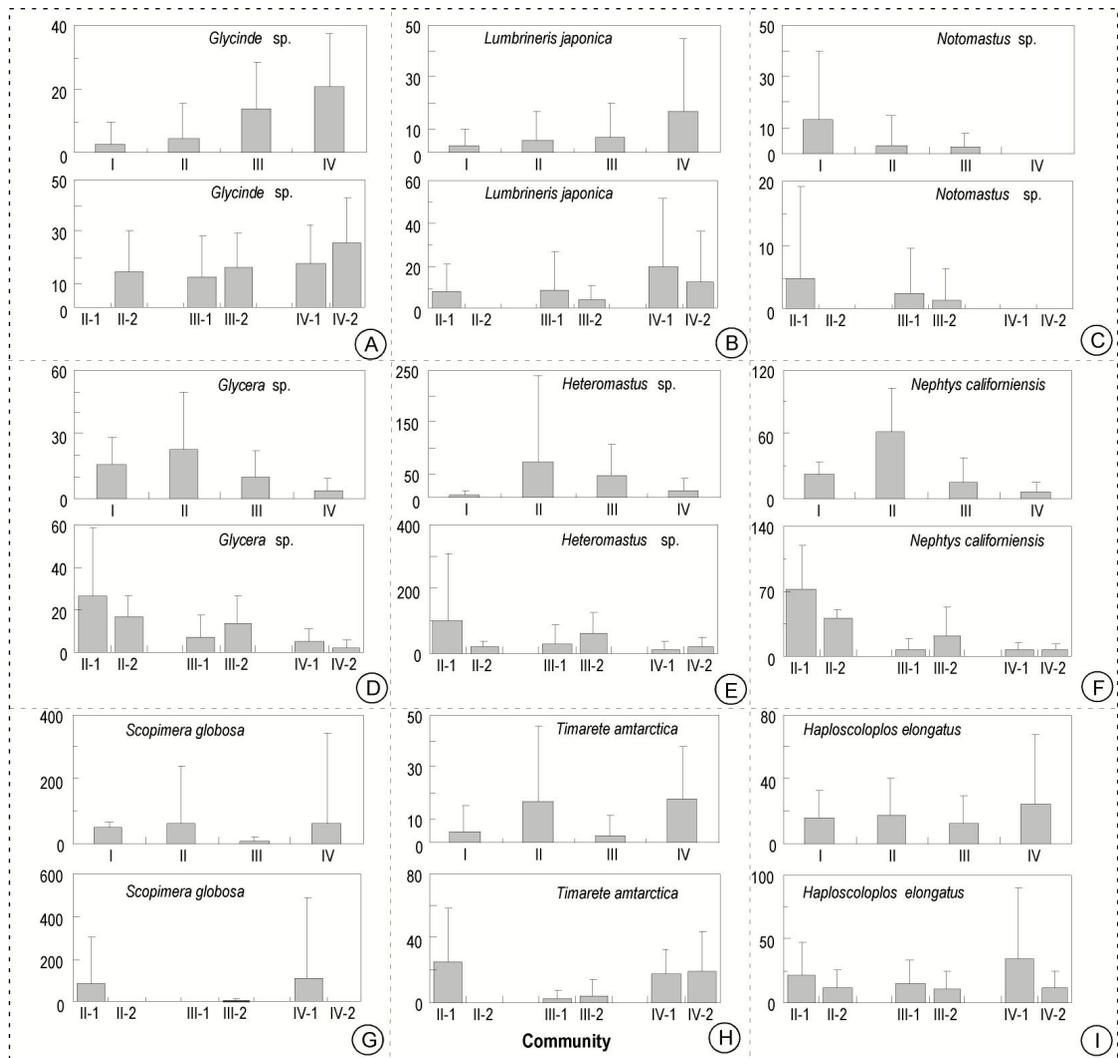


Figure 5. Densities distribution at each community and sub-community of 9 common species which were presented at all community, Biin Bay 2005. The scale of the Y-axis is inds/m²

Table 3. Non-parametric correlation of Common species and the character of sediment at May (*coefficient level : 0.05, **coefficient level : 0.01)

	<i>Glycinde</i> sp.	<i>Heteromastus</i> sp.	<i>Haploscoloplos elongatus</i>
Sand(%)	-0.691**	-0.546	0.188
Silt(%)	0.630*	0.228	0.155
Clay(%)	0.552	0.571*	-0.475
COD(%)	0.287	0.320	-0.017
AVS(%)	0.563*	0.112	0.045
강열감량(%)	0.475	0.660*	-0.519
<i>Glycinde</i> sp.	.	0.056	0.022
<i>Heteromastus</i> sp.	0.056	.	-0.641*

성 중에서 사질함량(Sand), 니질함량(Silt), 황화물 함량(AVS)과 유의한 상관관계를 보여 실트질 함량과 황화물함량이 높을수록 서식밀도가 증가하는 것으로 나타났다. *Heteromastus* sp.는 점토질함량(Clay), 강열감량과 유의한 상관관계를 보여 점토질 함량과 유기물 함량이 높을수록 서식밀도가 증가한 종이였다(Table 3). *Haploscoloplos elongatus* 의 서식밀도와 유의한 상관관계를 갖는 종은 *Heteromastus* sp. 였는데 음의 상관관계를 가져 *Heteromastus* sp.의 서식밀도가 낮은 지역에서의 *Haploscoloplos elongatus* 의 서식밀도는 높게 나타났다(Table 3).

3. 토 의

비인만에 서식하는 대형저서동물은 먼저 조위에 의해 4개의 군집으로 대별되었으며 그 가운데 3개의 군집은 퇴적환경의 특성에 따라 세부군집으로 나뉘어졌다. 여러 가지 다양한 퇴적환경에 비교적 잘 적응하여 서식하는, 공통종들에 대하여 서식밀도의 높낮이를 통해 적절한 퇴적환경 요인들을 찾아보기 위해 우점종 가운데 공통종을 선별하였다. 선별된 9종의 공통종들은 종마다 각기 다른 퇴적환경에서 상대적으로 높은 밀도로 서식하는 것으로 나타났다. 또한 조위 및 퇴적환경과 대형저서동물의 밀도와의 상관성은 9종의 공통종 가운데 일부 종만이 일부의 퇴적환경과 연관성이

있는 것으로 나타났는데 이는 1회의 퇴적환경의 분석으로는 밀도자료와의 연관성을 찾기에는 무리가 따른다고 생각한다.

그럼에도 불구하고 본 연구 자료는 모래질이 우세한 개방형 갯벌 주변 생태계에서 대형저서동물이 조위와 퇴적특성에 따라 서식 분포가 달라지며 종 수준에서 높은 밀도로 출현한 지역의 퇴적특성을 알 수 있는 기초 자료로 활용될 수 있다.

각각의 군집에서 비교적 높은 밀도로 서식하는 종의 4계절 밀도변화는 군집별 변화양상이 일관적이지 않아 비인만 연구지역에서 어느 시기에 높은 밀도로 출현하는 지에 대해서는 해석하기 힘들었다. 그 이유는 일년에 4회의 조사 자료를 가지고 번식시기, 산란 후 사망시기, 착저시기, 성장시기 등을 알아내기에는 조사의 빈도가 충분하지 않아 3개월 단위의 조사 빈도 사이에 일어났을 수 있는 다양한 생활사 변화를 추론하기 어려웠다.

대부분의 저서동물은 생활사의 일부를 부유유생시기를 갖으며, 다모류의 경우 약 70% 이상의 종이 부유유생시기를 거치는 것으로 보고된 바 있다(Thorson, 1946). 최근에는 퇴적물에 착저한 어린단계의 저서동물이 어미로 성장하는 성공률에 따라 저서동물의 개체군이 증감한다는 가입(recruitment)의 개념으로 밀도의 시간변화를 해석할 수 있다는 연구가 있다(Fraschetti et al., 2002). 따라서 본 연구결과는 퇴적물 표면에 착저한 어린단계의 다모류를 조사 빈도를 높여 정량

적으로 채집한 시료를 분석하여 활용한다면 공통종의 착저 시기와 그 시기의 출현밀도 등을 고려한 근거 있는 서식밀도의 시간변화를 제시할 수 있을 것으로 기대된다.

감사의 글

이 연구는 국립수산물과학원(갯벌어장 생물서식 환경연구, RP-2007-ME-040)의 지원에 의해 운영되었습니다. 현장조사의 애로에도 불구하고 적극적으로 조사활동에 참여해 준 갯벌연구센터의 보조연구원님들께 감사드립니다. 아울러 바쁜 시간을 할애하여 본 논문을 심사해 주신 익명의 심사위원님들께 감사를 드립니다.

참고 문헌

- 김용현, 신현출, 득량만 저서다모류군집의 공간분포, 한국해양학회지 「바다」, 제7권, 제1호, pp. 20-31, 2002.
- 김창수, 유재원, 박미라, 이창근, 홍재상, 포식이 선재도 갯벌 대형저서동물 군집에 미치는 영향, 한국수산학회지, 제39권, 제sp.호, pp. 142-150, 2006.
- 백상규, 강래선, 전재욱, 이재학, 윤성규, 동해 후포 주변 사질조하대에 서식하는 대형저서동물군집의 분포특성, Ocean and Polar Research., 제29권, 제2호, pp. 123-134, 2007.
- 백상규, 윤병선, 김구환, 윤성규, 진해 안골조간대에 서식하는 대형저서동물 군집구조, 환경생물, 제23권, 제2호, pp. 106-113, 2005.
- 서인수, 홍재상, 인천 송도지역 척전 갯벌 대형저서동물의 군집 생태학 1. 군집의 구조, 한국해양학회지 「바다」, 제6권, 제3호, pp. 190-200, 2001.
- 서인수, 홍재상, 인천 송도지역 척전 갯벌 대형저서동물의 군집 생태학 2. 우점종의 사공간적인 분포양상, 한국해양학회지 「바다」, 제9권, 제3호, pp. 93-105, 2004.
- 서진영, 안순모, 최진우, 하구역 모래갯벌인 봉암갯벌(경남 마산)에 서식하는 대형저서동물의 분포, 한국해양학회지 「바다」, 제12권, 제3호, pp. 211-218, 2007.
- 안순모, 이재학, 우한준, 구분주, 이형근, 유재원, 세종길, 새만금 방조제공사로 인한 조하대 환경과 저서동물 군집 변화, Ocean and Polar Research, 제28권, 4호, pp. 369-383, 2006.
- 유옥환, 고병설, 이형근, 이재학, 인천연안 대형저서동물 군집 변동에 미치는 환경요인의 영향, 한국수산학회지, 제37권, 제5호, pp. 423-432, 2004.
- 유옥환, 이형근, 이재학, 인공구조물에 따른 조간대 대형저서동물 군집변화, 한국수산학회지, 제39, 제sp.호, pp. 132-141, 2006.
- 유옥환, 이형근, 이재학, 김동성, 경기만에서 해사 채취가 대형저서동물 군집구조에 미치는 영향, Ocean and Polar Research, 제28권, 제2호, pp. 129-144, 2006.
- 유재원, 김창수, 박미라, 이형근, 이재학, 홍재상, 새만금 외해역에서 대형 저서동물 군집 조사를 위한 적정 채집기 선택, 한국해양학회지 「바다」, 제8권, 제3호, pp. 285-294, 2003.
- 유재원, 김창수, 박미라, 이형근, 이창근, 이재학, 홍재상, 대형 저서동물 군집의 채집 면적이 상대적 출현 종수에 갖는 효과의 추정, 한국해양학회지 「바다」, 제9권, 제1호, pp. 20-29, 2004.
- 윤상필, 홍재상, 황해 대청도 옥죽포의 외해로 노출된 모래갯벌에 서식하는 대형저서동물의 대상분포, 한국해양학회지 「바다」, 제5권, 제2호, pp. 146-156, 2000.
- 윤성명, 고철환, 신현출, 울산만과 온산만 저서동물 군집의 분포, 한국해양학회지 「바다」, 제6권, 제3호, pp. 180-189, 2001.
- 이재성, 정래홍, 김기현, 권정노, 이원찬, 이필용, 구준호, 최우정, 해상 어류가두리양식장 환경영향평가: I. 퇴적물 산소소모율 및 저서동물을 이용한 유기물 오염영향권 및 유기탄소 순환,

- 한국해양학회지 「바다」, 제9권, 제1호, pp. 30-39, 2004.
- 이재학, 박자양, 이형곤, 박홍식, 김동성, 저서오염 지수(BPI)를 이용한 시화호 환경평가, Ocean and Polar Research, 제25권, 제2호, pp. 183-200, 2003.
- 이재학, 유옥환, 이형곤, 박자양, 이원방조제 주변의 조간대 및 조하대 대형저서동물의 군집과 환경요인과의 관계, 한국수산학회지, 제37권, 제4호, pp. 295-306, 2004.
- 이재학, 최진우, 목포 주변 해역 조하대 저서동물 군집의 사-공간적 분포, 한국해양학회지 「바다」, 제5권, 제2호, pp. 169-176, 2000.
- 이형곤, 이재학, 유옥환, 김종관, 낙동강 하구역 주변 대형저서동물 군집의 공간 특성, Ocean and Polar Research, 제27권, 제2호, pp. 135-148, 2005.
- 임경훈, 신현출, 진해만 북부해역 저서다모류 군집의 사-공간적 분포, 환경생물, 제23권, 제3, 59호, pp. 238-249, 2005.
- 임경훈, 신현출, 윤성명, 고철환, 진해만 대형저서동물군집 분석을 통한 저서환경 평가, 한국해양학회지 「바다」, 제12권, 제1호, pp. 9-23, 2007.
- 임현식, 박경양, 임병선, 이점숙, 주수동, 목포 인근 해역 펄 조간대 저서동물 군집, 한국생태학회지, 제20권, 제5호, pp. 355-365, 1997.
- 임현식, 최진우, 남해안 소리도 주변 연성저질 해역의 저서동물 분포, 한국수산학회지, 제34권, 3호, pp. 225-237, 2001.
- 정래홍, 임현식, 김성수, 박종수, 전경암, 이영식, 이재성, 김귀영, 고우진, 남해안 가두리 양식장 밀집해역의 대형저서동물 군집에 대한 연구, 한국해양학회지 「바다」, 제7권, 제4호, pp. 235-246, 2007.
- 제종길, 이재학, 임현식, 최진우, 동해 강릉 연안의 사질 퇴적물에 서식하는 대형 저서무척추동물의 분포양상, 한국해양학회지 「바다」, 제5권, 제4호, pp. 346-356, 2000.
- 최진우, 서진영, 이창훈, 류태권, 성찬경, 한기명, 현상민, 남해특별관리해역인 마산만에서 동계 및 하계에 출현하는 대형저서동물군집의 공간 분포 양상, Ocean and Polar Research, 제27권, 제4호, pp. 381-395, 2005.
- 최진우, 유옥환, 이우진, 광양만에 서식하는 대형저서동물의 하계 공간분포 양상, 한국해양학회지, 「바다」, 제8권, 제1호, pp. 14-28, 2003.
- 최진우, 현상민, 김동성, 김용서, 한국 동해 독도 주변 천해 및 사면해역의 대형저서동물군집, Ocean and Polar Research, 제24권, 제4호, pp. 429-442, 2002.
- 최진우, 현상민, 장만, 저서동물에 의한 여름철 광양만 저서환경 상태파악, 환경생물, 제21권 제2호, pp. 101-113, 2003.
- 해양수산부, 해양환경공정시험방법. pp. 330, 2002.
- 홍재상, 서인수, 윤건택, 황인서, 김창수, 강릉 남대천 하구역의 1997년 9월중 대형저서동물의 분포패턴, 환경생물, 제22권, 제2호, pp. 341-350, 2004.
- 홍재상, 임현식, 법성포 와탄천 하구역의 염분과 퇴적환경에 따른 대형저서동물의 공간분포, 한국해양학회지 「바다」, 제7권, 제1호, pp. 8-19, 2002.
- Beal, E.W., Bray-Curtis ordination: A effective strategy for analysis of multivariate ecological data, Ad. Ecol. Res., Vol. 14, pp. 55, 1984.
- Fraschetti, S., Giangrande, A., Terlizzi, A., Boero, F., Pre- and post-settlement events in benthic community dynamics. Oceanologica Acta 25:285-295, 2002.
- LeBris, H., Fonctionnement des ecosystems benthiques cotiers au contact d'estuaires: l'exemple de Lorient et la baie de Vilaine. These doc., Univ. Bretagne Occidental, Brest. 1988.
- Thorson, G., Reproduction and larval development of Danish marine bottom

invertebrates, with special reference to the planktonic larvae in the Sound (Oresund). Meddir Kommn Danm. Fisk-og Havunder. (Ser. Plankton), 4:1-523. 1946.

Yoo, J.W., Hwang, I.S. and Hong, J.S.,

Inference models for tidal flat elevation and sediment grain size: a preliminary approach on tidal flat macrobenthic community, Ocean Science Journal, Vol. 42, No. 2, pp. 69-79, 2007.